



УКРАЇНА

(19) UA (11) 29420 (13) U
(51) МПК (2006)
H02J 3/24МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

1

2

(21) u200710776

(22) 01.10.2007

(24) 10.01.2008

(72) ЛЕЖНЮК ПЕТРО ДЕМ'ЯНОВИЧ, UA,
РУБАНЕНКО ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА, UA(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56)

(57) Спосіб регулювання режиму роботи електроенергетичної системи, який включає вимірювання величини напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, вимірювання струмів в перерізах та частоти в системі, визначення чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей формування сигналу, пропорційного до економічного збитку від роботи системи до зміни вузлових потужностей, додавання його з сигналом, пропорційним до збитків від відхилення перетоків потужностей, по контрольованих перерізах порівнюють отриманий сигнал із сигналом, пропорційним до величини допустимих, економічно обґрунтованих збитків, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, який є уставкою регулювання, та формування сигналів на зміну структури електричної мережі електроенергетичної системи в залежності від цього порівняння, який **відрізняється** тим, що одночасно контролюють коефіцієнт якості

функціонування регулятора під напругою, який визначається за формулою:

$$k_{\text{як.ф.ті}} = a_1 \cdot k_{\text{втрат}} + a_2 \cdot k_{\text{рес}},$$

де i - порядковий номер трансформаторів в системі;

a_1, a_2 - вагові коефіцієнти,

$k_{\text{рес}}$ - коефіцієнт ресурсу;

а коефіцієнт втрат знаходять за виразом:

$$k_{\text{втрат}} = \frac{\Delta P_{\text{неопт}} - \Delta P_{\text{опт}}}{\Delta P_{\text{опт}}},$$

де $\Delta P_{\text{неопт}}$ - зростання втрат потужності внаслідок відмов в роботі трансформатора,

$$k_{\text{рес}} = k_1 \cdot \left(1 - \frac{n_2 - n_1}{n_2} \right),$$

n_1 - кількість потрібних перемикачів регулятора під напругою трансформатора;

n_2 - залишкова кількість гарантованих заводом перемикачів регулятора під напругою трансформатора;

k_1 - коефіцієнт ресурсу без врахування кількості потрібних перемикачів регулятора під напругою трансформатора та залишкової кількості гарантованих заводом перемикачів регулятора під напругою трансформатора.

Корисна модель відноситься до області електротехніки і може знайти застосування в автоматичних засобах оперативного управління режимами енергосистем в режимі реального часу.

Відомий спосіб управління режимом роботи електроенергетичної системи (ЕЕС) [Любарский Ю.А., Левиуш М.А. Интеллектуальная система МИМИР на базе ЗВМ СМ-4 // Средства управления в энергетике. Вып.3 - М.: Информэнерго, 1986. - С.1-4] здійснює регулювання перетоками потужності на основі логічної обробки інформації про поточний режим контрольованого об'єкту по вимірюваним значенням величин напруг в вузлах та перетокам потужностей по віткам схеми мережі.

Недоліком такого способу є неможливість застосування його в режимі реального часу, що визначає неможливість використання для вирішення задач оперативного диспетчерського управління режимами енергосистем.

Відомо спосіб управління режимом роботи ВЕС [Котов И.А., Оперативная интеллектуальная поддержка решений диспетчера энергообъединения. - Дисс. канд. техн. наук. - Киев, 1994. - 248с.], який здійснює регулювання перетоками потужностей по гілках схеми основної електричної мережі ЕЕС у відповідності з певними продукційними правилами обробки вхідних сигналів та порівнянні останніх з уставками припустимих та необхідних перетоків потужності. В

(19) UA (11) 29420 (13) U

цьому способі вимірюють величини напруг у контрольних вузлах навантаження та величини струмів на контрольних ділянках, перетворюють ці сигнали в величини потужностей, які перетікають по мережі, порівнюють ці сигнали з уставками припустимих та необхідних перетоків та визначають склад керуючих впливів на схему основної мережі контрольованого ЕЕС.

Недоліком такого способу є низка точність, значна похибка отриманих результатів через неврахування динамічних параметрів енергетичної системи під час її функціонування в режимі реального часу.

Найбільш близьким є спосіб регулювання режиму роботи енергооб'єднання [патент України №50434А, М.кл. МПК₈ H02J3/24 Бюл. №10, 2002р.].

Спосіб регулювання режиму роботи електроенергетичної системи, який включає вимірювання величини напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, вимірювання струмів в перерізах та частоти в системі, визначення чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей формування сигналу, пропорційного до економічного збитку від роботи системи до зміни вузлових потужностей, додавання його з сигналом, пропорційним до збитків від відхилення перетоків потужностей по контрольованих перерізах порівнюють отриманий сигнал із сигналом, пропорційним до величини допустимих, економічно обґрунтованих збитків, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, який є уставкою регулювання, та формування сигналів на зміну структури електричної мережі електроенергетичної системи в залежності від цього порівняння.

Головним недоліком прототипу є неврахування того, що складовими частинами умов, в яких іноді доводиться приймати оптимальні рішення, є неточність та невизначеність вхідної інформації, неадекватність реального технічного стану об'єкта розрахунковому, обмеження часу генерації керуючих впливів.

В основу корисної моделі покладено задачу створення способу регулювання режиму роботи ЕЕС, який шляхом формування сигналу пропорційного до величини сумарних збитків від недовідпуску електроенергії кінцевим споживачам, спричинених виникненням та поширенням по системі аварійних збурень надзвичайного характеру, та порівняння цього сигналу із сигналом, пропорційним до величини обґрунтованих збитків, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, дає можливість мінімізувати збитки від порушення нормального режиму роботи ЕЕС, що приводить до підвищення точності регулювання.

Поставлена задача вирішується тим, що в запропонованому в прототипі способі регулювання режиму роботи ЕЕС, який включає вимірювання величини напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, вимірювання струмів в

перерізах та частоти в системі, визначення чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей формування сигналу, пропорційного до економічного збитку від роботи системи до зміни вузлових потужностей, складення (додавання) його з сигналом, пропорційним до збитків від відхилення перетоків потужностей по контрольованих перерізах порівнюють отриманий сигнал із сигналом, пропорційним до величини допустимих, економічно обґрунтованих збитків, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, який є уставкою регулювання, та формування сигналів на зміну структури електричної мережі електроенергетичної системи в залежності від цього порівняння, відрізняється тим, що контролюють коефіцієнт якості функціонування регулятора під напругою, який визначається за формулою,

$$k_{\text{як.ф.ті}} = a_1 \cdot k_{\text{втрат}} + a_2 \cdot k_{\text{рес}}$$

де i - порядковий номер трансформаторів в системі;

$k_{\text{рес}}$ - коефіцієнт ресурсу;

a_1, a_2 - вагові коефіцієнти, а коефіцієнт втрат знаходять за виразом:

$$k_{\text{втрат}} = \frac{\Delta P_{\text{неопт}} - \Delta P_{\text{опт}}}{\Delta P_{\text{опт}}}$$

де $\Delta P_{\text{неопт}}$ - зростання втрат потужності внаслідок відмов в роботі трансформатора.

$$k_{\text{рес}} = k_1 \cdot \left(1 - \frac{n_2 - n_1}{n_2} \right)$$

n_1 - це кількість потрібних перемикачів регулятора під напругою трансформатора;

n_2 - це залишкова кількість гарантованих заводом перемикачів регулятора під напругою трансформатора;

k_1 - це коефіцієнт ресурсу без врахування кількості потрібних перемикачів регулятора під напругою трансформатора та залишкової кількості гарантованих заводом перемикачів регулятора під напругою трансформатора.

Спосіб здійснюється наступним чином:

1. При визначенні швидкості відхилення напруги сигнал з вимірювального органу надходить до диференціального органу, вихідний сигнал якого пропорційний швидкості зміни напруги в контрольованих вузлах системи.

2. При визначенні швидкості відхилення струму сигнал з вимірювального органу надходить до диференціального органу, вихідний сигнал якого пропорційний швидкості зміни струму в контрольованих вузлах системи.

3. При визначенні швидкості відхилення частоти сигнал з вимірювального органу надходить до диференціального органу, вихідний сигнал якого пропорційний швидкості зміни частоти в системі.

4. При визначенні коефіцієнта якості функціонування РПН трансформатора сигнал з вимірювального органу надходить до диференціального органу, вихідний сигнал якого пропорційний коефіцієнту якості функціонування РПН трансформатора ЕЕС.

5. По вихідним сигналам з диференціальних органів визначенні швидкості відхилення напруги та визначенні швидкості відхилення струму визначають чутливість режиму електричної мережі до зовнішніх збурень, а саме обчислюється і формується сигнал пропорційній частковій

$$\frac{dU}{dS}$$

похідній $\frac{dS}{df}$, який відповідає залежності зміни напруги від вузлової потужності в вузлах схеми мережі. Вихідні сигнали диференціальних органів визначенні швидкості відхилення частоти та визначенні коефіцієнта якості функціонування РПН трансформатора, а також сигнал пропорційній

$$\frac{dU}{dS}$$

частковій похідній $\frac{dS}{df}$, який відповідає залежності зміни напруги від вузлової потужності в вузлах схеми мережі формують сигнал пропорційній

$$\frac{df}{dS}$$

частковій похідній $\frac{dS}{df}$. Сигнал пропорційній

$$\frac{df}{dS}$$

частковій похідній $\frac{dS}{df}$ і сигнал пропорційній

$$\frac{dU}{dS}$$

частковій похідній $\frac{dS}{df}$ сумуються в інтеграторі, вихідний сигнал якого порівнюється з сигналом, пропорційним до величини економічно обґрунтованих параметрів. При виконанні умови $G \geq G_0$ формується сигнал на зміну режиму роботи ЕЕС, наприклад, сигнал на включення резервної лінії електропередач, або на здійснення перемикання РПН трансформатора.

Таким чином, при використанні запропонованого способу забезпечується максимальна ефективність в процесі пошуку управляючих впливів на режим роботи ЕЕС в умовах надзвичайних ситуацій в режимі реального часу і також забезпечується врахування коефіцієнту якості функціонування РПН трансформатора.